



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池のアノードへ改質器の改質室で改質された燃料ガスを供給し、アノード出口ガスを改質器の燃焼室へ導入し、又、燃料電池のカソードへカソードリサイクルラインによりカソード出口ガス、空気を供給し、カソード出口ガスの一部を改質器の燃焼室へ導入するようにした構成を有する溶融炭酸塩型燃料電池発電装置において、上記カソードリサイクルラインに加熱器を設け、且つ該加熱器へ供給する加熱ガスを発生させるメインバーナとパイロットバーナを有する補助燃焼器を設置し、該補助燃焼器のメインバーナとパイロットバーナへ原料ガスを別々に供給するラインを設けると共に、メインバーナへ原料ガスを供給するラインに、改質器の改質室を出た余剰燃料ガスを導入する余剰燃料ガスラインを接続したことを特徴とする溶融炭酸塩型燃料電池発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は燃料の有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換させるエネルギー部門で用いる燃料電池のうち、溶融炭酸塩型燃料電池を用いた発電装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池のうち、溶融炭酸塩型燃料電池は、電解質として溶融炭酸塩を多孔質固体にしみ込ませてなる電解質板（タイル）をカソード（酸素極）とアノード（燃料極）の両電極で両面から挟み、カソード側には酸化ガス（空気、 $\text{CO}_2$ ）を、又、アノード側には燃料ガス（ $\text{H}_2$ ）をそれぞれ供給することによりカソード側とアノード側でそれぞれ反応を起こさせて発電を行うようにしたセルを、電池出力に応じた段数にセパレータを介し積層してスタックとした構成としてある。

【0003】 かかる溶融炭酸塩型燃料電池を用いた発電装置として、燃料に都市ガスをを用いるようにした都市ガス改質溶融炭酸塩型燃料電池発電装置は、図2に一例を示す如きシステム系統構成となっている。

【0004】 すなわち、電解質板1をカソード2とアノード3の両電極で両面から挟んでなるセルをセパレータを介し積層してスタックとした燃料電池Iの上記アノード3に供給するための都市ガスTGをブロウ4で昇圧した後、都市ガス供給ライン5上の脱硫器6で脱硫し、原料予熱器7で予熱してから改質器8の改質室8a内へ導入させ、改質器8の燃焼室8bでの燃焼熱を吸収して改質反応を起こさせ、改質ガス（燃料ガス）を上記原料予熱器7を通して改質ガス予熱器7の熱源として利用してから燃料ガス供給ライン9よりアノード3の入口側へ供給するようにし、アノード3から排出されたアノード出口ガスは上記改質器8の燃焼室8bに導くようにしてある。

【0005】 一方、上記カソード2の出口側に接続した

2

カソード出口ガスライン10には、途中にリサイクル用ブロウ12を有するカソードリサイクルライン11を接続して、カソード出口ガスの一部がカソード2の入口側へ戻されるようにすると共に、空気Aを過給器13の圧縮機14で加圧し且つブロウ16で昇圧させて空気供給ライン17、空気予熱器18を経て、上記カソードリサイクルライン11のリサイクル用ブロウ12の上流側に供給するようにして、空気Aがカソード2に供給されるようにし、上記カソード2から排出されたカソード出口ガスは、上記リサイクルライン11でリサイクルされるほか、一部は改質器8の燃焼室8bへ導入されて、アノード出口ガス中に残存する未反応分を燃焼させるようにし、他の一部は、カソード出口ガスライン10により過給器13のタービン15で仕事をした後、過熱器19、蒸発器20を経て排出されるようにしてあり、水処理装置21から給水ポンプ22を経た水を蒸発器20で蒸発させ、更に、過熱器19で過熱して水蒸気 $\text{H}_2\text{O}$ を水蒸気ライン23より都市ガス供給ライン5に供給させ、都市ガスTGと水蒸気の混合ガスを改質室8aへ導入させるようにしてある。

【0006】 又、上記改質器8の燃焼室8bから排出された燃焼排ガスは、空気予熱器18で空気Aの予熱に供した後、凝縮器24を経て気水分離器25へ導き、分離されたガスはライン26により空気供給ライン17へ供給して空気Aとともにカソード2へ供給するようにし、分離された水は水処理装置21へ導くようにしてある。

【0007】 上記のような構成としてある溶融炭酸塩型燃料電池発電システムにおいて、従来では、起動時に燃料電池1等の昇温のため、起動用熱風発生炉27を別途設けて、該起動用熱風発生炉27に、都市ガス供給ライン5の途中から都市ガスTGをライン28より供給すると共に、空気供給ライン17の途中から空気Aをライン29により供給するようにし、該起動用熱風発生炉27で発生した熱風を、カソードリサイクルライン11の間に設けた熱交換器30を通してカソードリサイクルガスを加熱するようにし、更に、燃料電池1の運転開始前に生成された改質ガス（燃料ガス）を排ガス処理装置31で燃焼させるために、燃料ガス供給ライン9の途中と排ガス処理装置31とをライン32で接続した構成としていた。

【0008】 かかる従来の溶融炭酸塩型燃料電池発電装置の場合、運転に際しての起動昇温させるときは、先ず、都市ガスTGと空気Aをそれぞれライン28と29により起動用熱風発生炉27へ供給して燃焼させ、該起動用熱風発生炉27で発生した熱風を熱交換器30を通してこれによってカソードリサイクルライン11のリサイクルガスを加熱させ、加熱されたリサイクルガスがカソード2へ供給されることによりカソード2側を昇温させるようにし、次いで、カソード2から排出された加熱ガスを改質器8の燃焼室8bへ導入して燃焼室8b内の温

50

3

度を上昇させ改質室 8 a へ伝熱させるようにして改質器 8 を昇温させるようにし、改質器 8 が昇温させられると、都市ガス T G を改質室 8 a に導入して改質反応させて改質させるようにするが、燃料電池 1 は運転開始前で改質ガス（燃料ガス）をまだ必要としないので、改質ガスは燃料ガス供給ライン 9 よりライン 3 2 を経て系外へ出し排ガス処理装置 3 1 へ導き、ここで燃焼させて処理させるようにしている。

【0009】上記のようにして系内が昇温されると、燃料電池 1 の運転を開始するようにし、運転開始により高温のカソード出口ガスがリサイクルライン 1 1 を経てリサイクルされることになることに伴い上記起動用熱風発生炉 2 7 を停止するようにしている。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来の方式では、起動昇温が終って燃料電池 1 の通常運転が開始されると、起動用熱風発生炉 2 7 を停止して熱風が熱交換器 3 0 へ導かれなくなるようになるが、カソードリサイクルガスは熱交換器 3 0 を通ってリサイクルされる構成であるため、高温となったカソード出口ガスがリサイクルされるとき、熱交換器 3 0 を通して熱が逃げてしまうというヒートロスの問題があり、このヒートロスを避けるためには熱交換器 3 0 をバイパスするラインを新たに設けなければならない、という問題があり、又、起動時に改質ガスを燃焼処理するための排ガス処理装置も必要であり、起動用熱風発生炉 2 7 と排ガス処理装置 3 1 の 2 つの機器を必要としている。

【0011】そこで、本発明は、カソードリサイクルガスのヒートロスを防止すると共に、従来必要としていた起動用熱風発生炉と排ガス処理装置の 2 つの機器を共用にできるようにしてシステムの簡素化を図るようにしようとするものである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、燃料電池のアノード入口側には、原料ガス供給ラインで送られて来た原料ガスを改質器の改質室で改質して燃料ガス供給ラインにより供給するようにし、アノードから排出されたアノード出口ガスは改質器の燃焼室に導入させるようにし、一方、燃料電池のカソード出口ガスラインとカソード入口側との間に設けたカソードリサイクルラインでリサイクルさせられるガスとともに空気がアノード入口側へ供給されるようにし、且つカソード出口ガスの一部を改質器の燃焼室に導入するようにした構成を有する溶融炭酸塩型燃料電池発電装置において、メインバーナとパイロットバーナを有する補助燃焼器を設け、該補助燃焼器のメインバーナと原料ガス供給ラインとを、途中にバルブを有する原料ガスラインにて連絡させると共に、該原料ガスラインのバルブ上流側位置とパイロットバーナとを、途中にバルブを有する原料ガス分岐ラインにて連絡させ、且つ上記補助燃焼

4

器からの加熱ガスを熱源としてカソードリサイクルガスを加熱する加熱器をカソードリサイクルラインに設け、更に、燃料ガス供給ラインと上記原料ガスラインとを余剰燃料ガスラインにて連通させて余剰の燃料ガスを補助燃焼器に導入できるようにした構成とする。

#### 【0013】

【作用】起動時は、原料ガスを原料ガスラインより補助燃焼器のメインバーナへ供給して、メインバーナで燃焼させ、燃焼で得られた加熱ガスを加熱器に導いてカソードリサイクルガスを加熱し、加熱されたカソードリサイクルガスを燃料電池のカソードへ入れてカソードを昇温させる。カソードが昇温すると、カソード出口ガスを改質器の燃焼室に導入して改質器を昇温させるようにする。改質器が昇温させられると、都市ガスを改質器の改質室に入れて改質させる。改質されたガスは燃料電池ではまだ使用されないので余剰燃料ガスラインより原料ガスラインを経てメインバーナへ供給し、メインバーナで燃焼させる。昇温されて燃料電池が通常運転に入ると、原料ガスを原料ガス分岐ラインよりパイロットバーナへ供給して燃焼させ、常に加熱ガスが加熱器に流されているようにして、高温となったカソードリサイクルガスのヒートロスを防止するようにする。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0015】図 1 は本発明の実施例を示すもので、図 2 に示した従来の溶融炭酸塩型燃料電池発電装置と同様なシステム構成において、従来のカソードリサイクルライン 1 1 に設けた熱交換器 3 0 に代えて、加熱器 3 3 を設けて、該加熱器 3 3 へ供給する加熱ガスを生成させる燃焼器として、メインバーナ 3 5 とパイロットバーナ 3 6 を備えてメインバーナ 3 5 での燃焼とパイロットバーナ 3 6 での燃焼ができるようにした補助燃焼器 3 4 を設置する。

【0016】又、改質器 8 の改質室 8 a に都市ガス T G を供給する都市ガス供給ライン 5 の途中と上記補助燃焼器 3 4 のメインバーナ 3 5 とを都市ガスライン 3 7 で連絡すると共に、該都市ガスライン 3 7 を分岐して都市ガス分岐ライン 3 8 を上記補助燃焼器 3 4 のパイロットバーナ 3 6 に連絡し、上記両ライン 3 7 と 3 8 に設けたバルブ V1 と V2 の切り換えにより都市ガスがメインバーナ 3 5 又はパイロットバーナ 3 6 へ供給されて補助燃焼器 3 4 で燃焼させられるようにする。

【0017】更に、改質器 8 の改質室 8 a で改質された燃料ガスを燃料電池 1 のアノード 3 に供給する燃料ガス供給ライン 9 に接続した余剰燃料ガスライン 3 9 を、都市ガスライン 3 7 のバルブ V1 とメインバーナ 3 5 との間に接続すると共に、該余剰燃料ガスライン 3 9 にバルブ V3 を設け、且つ安全弁 4 0 を設ける。

【0018】その他の構成は図 2 に示したものと同じで

あり、同一のものには同一符号が付してある。

【0019】今、起動時に昇温させるときは、都市ガスライン37上のバルブV1を開、余剰燃料ガスライン39上のバルブV3を開、都市ガス分岐ライン38上のバルブV2を閉にし、都市ガスTGを補助燃焼器34のメインバーナ35へ供給して燃焼させ、加熱ガスを加熱器33へ送り、カソードリサイクルライン1をリサイクルされるガスを加熱させてカソード2へ入れる。カソード2が昇温されると、カソード出口ガスを改質器8の燃焼室8bへ送り、燃焼室8bを昇温させて改質器8を昇温させるようにする。

【0020】改質器8が昇温させられると、従来の場合と同様に原料としての都市ガスTGを改質器8の改質室8aに入れて改質させる。改質ガスの20%は改質室で利用され、残りの80%は電池で利用されるが、改質された燃料ガスはまだ燃料電池Iのアノード3で使されないで、アノード3で利用される80%分の余剰の燃料ガスはバルブV3を通し余剰燃料ガスライン39より都市ガスライン37へ入れ、メインバーナ35で燃焼させるようにして排ガス処理を起動昇温時に加熱ガスを発生させる補助燃焼器34で兼用させるようにする。これにより、従来の起動用熱風発生炉27と余剰燃料ガスを燃焼させるため別途用意していた排ガス処理装置31を一つの補助燃焼器34で共用させることができ、従来の排ガス処理装置31を省略することができ、システムの簡素化が図れる。

【0021】次に、燃料電池Iが通常運転に入ると、バルブV1とV3を閉、バルブV2を開にして、都市ガスTGを改質器8の改質室8aへ供給すると共に都市ガスライン37の途中から都市ガス分岐ライン38を経てパイロットバーナ36へ供給し、パイロットバーナ36で燃焼させて種火とし、補助燃焼器34からの溜りガスが加熱器33へ連続して供給されるようにする。これにより高温のカソード出口ガスがカソードリサイクルライン1をリサイクルされるとき、加熱器33は常に温められているので、リサイクルされるガスのヒートロスはなくなる。改質器8の改質室8aで改質された燃料ガスの80%は燃料ガス供給ライン9より燃料電池Iのアノード3へ供給され、アノード3で消費され、アノード3から排出されたアノード出口ガスは、改質器8の燃焼室8bへ送られ、未反応分がカソード出口ガスにより燃焼させられる。

【0022】燃料電池Iの運転中は、パイロットバーナ36は常に燃焼させられて種火がいたままとしてあり、加熱器33が常に温められている。

【0023】燃料電池Iの運転を停止すると、系内が冷却されて来るので、運転を再開させるときは、前記した起動時と同様に昇温させるようにする。

【0024】なお、燃料電池がないときのプロセスと制御方式の試験（FACテスト）時の余剰燃料ガス、負荷

変動時の余剰燃料ガス、可燃性ガス系統の安全弁放出ガス等も、前記起動時と同様にメインバーナ35で燃焼させる。

#### 【0025】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明の溶融炭酸塩型燃料電池発電装置によれば、カソードリサイクルラインに加熱器を設け、該加熱器への加熱ガスを発生させる燃焼器として、メインバーナとパイロットバーナを備えた補助燃焼器を設け、上記メインバーナに原料と余剰の改質ガスを導入するラインを設けると共に、上記パイロットバーナに原料を導入するラインを設け、メインバーナとパイロットバーナへのラインの途中にバルブを設けて交互に切り換えて常に補助燃焼器から加熱ガスが発生させられるようにした構成を有しているので、起動昇温時には、メインバーナを燃焼させて補助燃焼器から加熱器へ加熱ガスを送ることによりカソードリサイクルラインをリサイクルされてカソードへ入るガスを加熱することができ、カソードの加熱でその出口ガスにより改質器の燃焼室を温めて改質器を温めることによって改質を行わせるようにし、余剰の改質ガスは上記メインバーナへ供給して燃焼させることができ、従来、起動昇温時に起動用熱風発生炉と余剰改質ガスを燃焼する排ガス処理装置の2つの機器を必要としていたのを1つの補助燃焼器で共用させることができ、システムの簡素化が図れ、又、燃料電池の運転中は、パイロットバーナを燃焼させて種火がついた状態にするため常に加熱器を温めておくことができ、高温となったカソード出口ガスがカソードリサイクルラインをリサイクルするときに加熱器で冷やされることを防止できてヒートロスを防止できる、という優れた効果を奏し得る。

【0026】なお、原料として都市ガスTGの場合を示したが、天然ガスでも同様である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の溶融炭酸塩型燃料電池発電装置の実施例を示すシステム系統構成図である。

【図2】従来の溶融炭酸塩型燃料電池発電装置の一例を示すシステム系統構成図である。

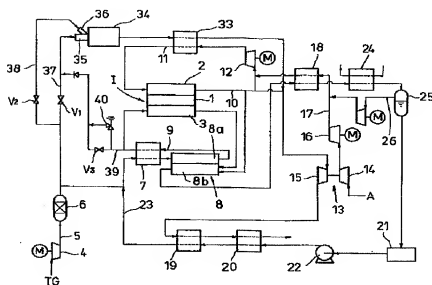
#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 1 電解質板
- 2 カソード
- 3 アノード
- 3 都市ガス供給ライン（原料ガス供給ライン）
- 8 改質器
- 8a 改質室
- 8b 燃焼室
- 9 燃料ガス供給ライン
- 10 カソード出口ガスライン
- 11 カソードリサイクルライン
- 33 加熱器

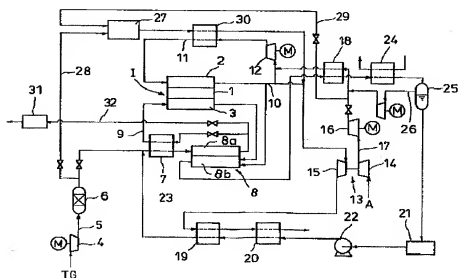
8

- \* 37 都市ガスライン (ライン)  
38 都市ガス分岐ライン (ライン)  
39 余剰燃料ガスライン

【图2】



【图2】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 一

東京都江東区豊洲三丁目2番16号 石川島  
播磨重工業株式会社豊洲総合事務所内



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07057749 A**(43) Date of publication of application: **03.03.95**

(51) Int. Cl.

**H01M 8/04****H01M 8/06**(21) Application number: **05217895**(22) Date of filing: **11.08.93**(71) Applicant: **ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY  
IND CO LTD**(72) Inventor: **KOBAYASHI KAZUNORI  
OGURA KAZUMASA  
SAITO HAJIME****(54) MOLTEN CARBONATE FUEL CELL POWER  
GENERATOR****(57) Abstract**

**PURPOSE:** To simplify the system by using an apparatus in common and to prevent the heat loss of a cathode recycle gas.

**CONSTITUTION:** A cathode recycle line 11 is provided on a cathode outlet gas line 10. A heater 33 is provided on the cathode recycle line 11, and the heating gas generated by an auxiliary combustor 34 having a main burner 35 and a pilot burner 36 is fed to the heater 33 when the temperature increases at the time of starting to heat a cathode recycle gas. When a cathode 2 is heated by the heated cathode recycle gas, the combustion chamber 8b of a reformer 8 is heated. When the temperature of the reformer 8 increases, a town gas TG is reformed by a reforming chamber 8a, and the residual fuel gas is combusted by the main burner 35. When the operation of a fuel cell 1 is started, the town gas is combusted by the pilot burner to constantly heat the heater 33 during operation, and the heat loss of the recycle gas is thus prevented.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

